

## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (5)

Maurizio FEA, Associazione Geofisica Italiana (AGI), con la collaborazione di Alberto Baroni (SERCO) - Immagini: cortesia dell'European Space Agency (ESA) – ESRIN, Frascati, e Google Earth.

### Da questo golfo iniziò l'unità d'Italia

La notte del 5 maggio 1860 i Mille, guidati da Giuseppe Garibaldi, salparono dallo scoglio di Quarto per iniziare la storica impresa che diede origine all'unità d'Italia. Oggi questa zona è parte integrante della città di Genova ed è chiamata Quarto dei Mille, proprio a ricordo della spedizione garibaldina. In realtà, questa parte del territorio italiano non ha visto soltanto la partenza dei garibaldini dalle sue coste, ma è testimone di innumerevoli vicissitudini legate al mare, dalla gloriosa storia della Repubblica Marinara di Genova alle partenze degli emigrati in cerca di fortuna oltreoceano. A ciò si aggiunge il ruolo strategico che ha sempre avuto il porto di Genova, sia dal punto di vista industriale che militare. Da non dimenticare l'entroterra genovese: terra d'antica cultura enogastronomica, storica, scientifica, tecnica ed artistica.

Facendo riferimento come sempre alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, il Golfo e la Città di Genova sono qui illustrati attraverso immagini da satellite rilevate in diverse bande spettrali con i metodi tipici del telerilevamento. I portali web dell'ESA ([www.esa.int](http://www.esa.int), [earth.esa.int](http://earth.esa.int)) ed il sito web sviluppato dall'ESA per scopi educativi in otto lingue ([www.eduspace.esa.int](http://www.eduspace.esa.int)), Eduspace, offrono un utile e ricco complemento, così come i portali di altre istituzioni che operano nel campo dell'osservazione della Terra. Al succitato sito Eduspace, in particolare, si rimanda per gran parte dei dettagli metodologici e di elaborazione dei dati, che qui non è possibile approfondire.

### La città della Lanterna osservata dallo spazio

Le immagini di copertina illustrano la città di Genova ed il tratto di costa che si estende da Voltri fino al Promontorio di Portofino, osservati dai sensori di satelliti in orbita eliosincrona nelle bande spettrali del Visibile e delle Microonde, rispettivamente. Sono evidenti le diverse caratteristiche territoriali messe in risalto nelle due bande spettrali. Nel Visibile, i toni di bianco indicano un'alta riflettanza, che è caratteristica delle zone molto urbanizzate, delle superfici di cemento, della cima delle nubi (al centro a sinistra si possono notare dei piccoli cumuli di bel tempo, che con la loro ombra indicano che il Sole sta illuminando la scena da Sud-Est, vale a dire di prima mattina), della parte asciutta e pietrosa dell'alveo di torrenti e fiumi, o del suolo più riflettente per la natura del terreno e per boschi meno estesi, come nelle aree più chiare verso Serravalle Scrivia e Novi Ligure in alto a sinistra. In contrasto, le aree boschive dell'entroterra appaiono di colore verde scuro a causa del basso segnale da esse riflesso, dovuto al forte assorbimento della luce solare operato dalle foglie attraverso la fotosintesi clorofilliana. Lungo la costa si possono distinguere, da sinistra verso destra: il grande molo dei *containers* di Prà, il porto di Sestri Ponente, la pista dell'aeroporto Cristoforo Colombo, i moli del Porto Nuovo di Sampierdarena con la Diga Foranea ed il Molo Duca di Galliera, l'Avamposto ed il Bacino Porto Vecchio con i cinque moli principali, e via via i comuni rivieraschi fino alla baia di Camogli all'inizio del Promontorio di Portofino, nella cui costa meridionale si trova S. Fruttuoso (seconda piccola ansa al limite destro dell'immagine). L'immagine rilevata dal radar nelle Microonde in direzione obliqua in orbita discendente mette in risalto, invece, la topografia montuosa dell'entroterra ligure. I toni bianchi nell'immagine, dovuti a riflessioni multiple degli edifici e di strutture geometriche ben definite, quali le navi ed i containers, confermano la presenza di zone molto urbanizzate lungo la costa e la grande attività industriale sul molo di Prà. Al contrario del Visibile, la pista dell'aeroporto appare nelle Microonde come una striscia scura, a causa del fatto che la sua superficie presenta asperità molto più piccole della lunghezza d'onda utilizzata dal radar di Envisat: in tale caso, essa riflette geometricamente tutta l'energia degli impulsi radar e non genera alcuna eco di ritorno al satellite, il sensore radar non riceve, quindi, alcuna energia e non dà luogo ad alcun segnale. Lo stesso avviene nelle aree nere sul mare sotto costa: lì il mare è calmo e quindi appare liscio agli impulsi del radar; poiché il resto della superficie marina presente nell'immagine ha un tono di grigio abbastanza chiaro, se ne deduce che il vento increspa la superficie rendendola rugosa rispetto alla lunghezza d'onda del radar ed assicurando, perciò, una moderata eco di ritorno al satellite. Inoltre, si rilevano fasce più chiare di direzione obliqua, quasi a 45° rispetto alla costa: ciò conferma la presenza di un vento teso da Est-Nord-Est sul Golfo Ligure, con le zone più chiare in corrispondenza del vento che sfocia in mare aperto lungo le vallate e le zone scure che indicano mare calmo sottovento ad una costa scoscesa.

La posizione della città di Genova rispetto al resto della penisola è chiaramente illustrata dall'immagine in Fig. 1, rilevata dal sensore MERIS del satellite ambientale europeo Envisat dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) il 26 giugno 2008: la città si trova quasi al centro dell'immagine a sinistra, piccola striscia orizzontale in toni chiari nella parte più settentrionale del Golfo Ligure. Questa immagine rende bene l'idea della distribuzione dei boschi sul territorio, dei mari settentrionali con la Laguna di Venezia ed il Delta del Po a Nord-Est, della catena alpina centro-occidentale, delle varietà di uso del suolo nella Valle Padana, dell'Arcipelago Toscano con l'Isola d'Elba e di due grandi bacini: il Lago di Garda a Nord ed il Lago Trasimeno a Sud-Est. Inoltre, un'analisi attenta evidenzia una leggera opacità sulla Pianura Padana: è la luce solare riflessa dalle particelle sospese nella troposfera, prezioso indicatore della presenza di aerosoli e di particelle inquinanti presenti nell'aria. La Fig. 2 include l'area illustrata nell'immagine in colori naturali di copertina, ma estende l'osservazione fino al Golfo di La Spezia: è, però, visualizzata in falsi colori, nella combinazione RGB 431 delle bande spettrali dello strumento ETM+ del satellite Landsat-7. Infatti, le zone urbanizzate appaiono in colore ciano, così come i terreni poco vegetati ed i letti dei fiumi e dei torrenti; allo stesso tempo, nonostante l'immagine sia stata rilevata in pieno inverno, l'estesa dominante rossa sottolinea il prevalere dei boschi nella scena ed il loro stato di salute, che appare generalmente buono (il rosso vivo rappresenta un'alta riflettanza nella Banda 4, vale a dire nell'Infrarosso Vicino). La visualizzazione della stessa scena nella combinazione RGB 741 (Fig. 3) conferma quanto appena dedotto, anche se qui le zone urbanizzate appaiono in colore magenta, mentre i boschi in verde vivo. In tutte le immagini proposte si può notare una macchiolina nera a Nord del Promontorio di Portofino: è il Lago di Brugnato, a 777 m s.l.m.!

È opportuno notare che la posizione orizzontale della costa nell'area genovese indica che le immagini sin qui esaminate non sono state georeferite, ma sono ancora orientate lungo la traccia orbitale del satellite: per applicare la georeferenziazione occorrerebbe ruotarle di quasi 10 gradi in senso orario e la costa apparirebbe con la sua naturale inclinazione WNW-ESE.

### Un'occhiata più da vicino a due aree interessanti

Due zone in particolare danno l'idea delle attività caratteristiche di Genova: il molo dei *containers* di Prà ed il Bacino Porto Vecchio. Tramite le immagini del satellite QuickBird rese disponibili da Google, il molo di Prà appare in tutta la sua animazione industriale (Fig. 4), mentre le infrastrutture portuali del Bacino Porto Vecchio (Fig. 5) testimoniano l'antica tradizione marinara della città nell'accogliere e veder partire vascelli di ogni tipo; in questa immagine, sulla destra in basso si può osservare anche l'area dedicata alla Fiera Internazionale.



Fig. 1 - Immagine multispettrale del Mar Ligure e dell'Italia Settentrionale, rilevata dal sensore MERIS di Envisat dell'ESA il 26 giugno 2008 e visualizzata in colori quasi-naturali (RGB 752).



Fig. 2 - Immagine multispettrale rilevata dal sensore ETM+ del satellite Landsat-7 il 1 gennaio 2001 e visualizzata in falsi colori (RGB 431).



Fig. 3 - Stessa immagine di Fig. 2, ma visualizzata in colori diversi (RGB 741).



Fig. 4 - Immagine rilevata dal sensore QuickBird (da Google Earth).



Fig. 5 - Immagine rilevata dal sensore QuickBird (da Google Earth).